

УДК 519. 86:336. 73

Руська Р.,*викладач кафедри ЕММ Тернопільського національного економічного університету*

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НАДХОДЖЕННЯ КОШТІВ ДО КРЕДИТНОЇ СПІЛКИ

На основі статистичних даних проаналізовано інтенсивність надходження коштів за користування позиками і знайдено функціональну залежність, яку доцільно використовувати в моделюванні процесу надходження платежів для врахування флуктуації розміру портфеля даної кредитної спілки впродовж різних часових інтервалів.

Ключові слова: кредитна спілка, динамічна модель, стохастичні потоки, портфель, метод найменших квадратів.

На основе статистических данных проанализирована интенсивность поступления средств за пользование ссудами и найдена функциональная зависимость которую целесообразно использовать в моделировании процесса поступления платежей для учета флуктуации размера портфеля данного кредитного союза на протяжении разных часовых интервалов.

Ключевые слова: кредитный союз, динамическая модель, стохастические потоки, портфель, метод наименьших квадратов.

On the basis of statistical data the intensity of proceeds from loans was analyzed and the functional dependency was found, which is appropriate to apply in modeling of receipt of funds processes for taking into consideration the fluctuations of portfolio size of given credit union during different time intervals.

Key words: credit union, dynamic model, stochastic flows, portfolio, least-squares method.

Постановка проблеми. Створювати й використовувати імітаційні моделі в діяльності кредитних спілок з імовірнісними елементами можливо і доцільно лише тоді, коли випадкові чинники повністю описані за допомогою математичного апарату, що досягається на базі вивчення емпіричних даних про поведінку випадкових величин. Використовуючи емпіричні дані можна моделювати лише минуле, відтворювати колишню поведінку системи – можливими подіями виявляються тільки ті, які вже відбулися. У випадку використання теоретичного розподілу легше змінювати параметри генератора випадкових чисел, коли потрібно перевірити чутливість моделі або випробувати на ній різні можливі стратегії [1, с. 447-450].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Основними стохастичними фінансовими потоками в діяльності кредитної спілки є процес надхо-

дження за виданими позиками та процес виплат (по депозитах і паях). Ці два процеси протікають у різних масштабах часу і мають різні масштаби вимірювання. Значна кількість наукових праць, зокрема В. Гончаренка, П. Козинця, А. Оленчика, О. Луцишина А. Морозова, В. Зіновчука, Г. Климка, П. Саблука, О. Крисального, Я. Макферсона, А. Аззі та ін присвячена розвитку та стійкості кредитних спілок.

Мета і завдання дослідження. Проте залишаються актуальними питання пошуку ефективних методів та механізмів забезпечення стійкості кредитних спілок, питання, пов'язані з прогнозом надходження коштів на майбутнє. Тому метою цієї статті є дослідження теоретичних та практичних аспектів моделювання процесу надходження коштів до кредитної спілки.

Виклад основного матеріалу. Абсолютна більшість кредитних спілок України працюють із нестационарними сукупностями, за відсутності рівноваги між притоком та відтоком надходжень, і – що найважливіше – без чітко сформованих сукупностей за видами кредитування. Таким чином, розмивається поняття "вид кредитування", у той час як методика розрахунку тарифів передбачає, що тарифні ставки обчислюються для замкнутої кредитної сукупності. За відсутності таких сукупностей тарифи перестають бути інструментом розподілу збитку і не відображають реальних зобов'язань позичальника і кредитора. У результаті кредитна спілка починає "переливати кошти однієї групи позичальників на користь іншої, що не є функцією кредитування" [2, с. 288-290].

При аналізі статистичних даних про надходження до кредитних спілок України виявлено, що інтенсивність їх надходження не є сталою, а процес надходження не можна вважати стаціонарним (табл. 1). У таблиці подано інтенсивність надходження коштів трьох кредитних спілок України, які за розміром відносяться до групи найбільших, а отже, їх кредитні портфелі вже відносно сформовані.

При усередненні значення інтенсивності і зведенні процесу до стаціонарного втрачається відповідність моделі реальній системі, коректність висновків, які робляться на основі дослідження моделі, точність параметрів управління системою, одержаних у результаті моделювання.

Таблиця 1
*Зміна інтенсивності надходження впродовж року**

Надходження за	Азовська кредитна компанія (м. Маріуполь), грн	Мрія (Ужгород), грн	Харківська каса взаємодопомоги (Харків),грн
Квітень	10033,27	221173,1	915784
Травень	4980,26	379516,3	1449074
Червень	54681,19	512259,9	604514
Липень	483605,3	71404,07	160876
Серпень	73212,88	85179	693983,5

Вересень	151783,9	645956,2	888946,6
Жовтень	1044976	814223,8	98325,18
Листопад	115207,7	266961,6	768511,3
Грудень	367918,6	60903,44	889650,1
Січень	23995,43	628609	379467,6
Лютий	7684,31	305749,2	1026478
Березень	469722,4	219285	988741,1
Середнє	233983,4	350935,1	738695,9
Середньоквад- ратичне відхилення	311928,7	248955	383831

* складено автором за даними [3]

Для побудови динамічної моделі кредитної спілки процес надходження коштів доцільно описувати послідовністю T_1, T_2, \dots, T_n , моментів їх сплати, які, як і моменти виплати, є випадковими, а також послідовністю незалежних випадкових величин $(Y_k, k > 1)$, що задають розмір надходжень. Згідно основного твердження теорії ризику, процес настання випадкових подій і величина пов'язаних із ними надходжень (виплат) повинні розглядатися окремо, оскільки є взаємозалежними.

Розглянемо випадковий процес

$$S_t = \sum_{k=1}^{n_t} Y_k \quad (1)$$

де: S_t – сумарний обсяг внесків, здійснених упродовж часу $(0; t)$,

n_t – кількість внесків, які надійшли за час $(0; t)$;

Y_k – величина k -го внеску.

Зробимо природні припущення про характер поведінки процесу:

1) події, пов'язані з надходженням внесків на інтервалах часу, які не перетинаються, є незалежними випадковими подіями;

2) розподіл кількості членів, які взяли позики в інтервалі $[t, t+h]$ не залежить від t , а залежить лише від h ;

3) ймовірність того, що на інтервалі $[t, t+h]$ буде здійснено принаймні одне надходження, дорівнює $ah + f(h)$, де a – константа, а $\lim_{h \rightarrow \infty} \frac{f(h)}{h} = 0$;

4) ймовірність надходження двох або більше внесків за проміжок часу $[t, t+h]$ становить III. [4, с. 270].

За таких умов випадковий процес (1) з необхідністю є узагальненим процесом Пуассона і для будь-якого t випадкова величина n_t має розподіл Пуассона з параметром λt , де λ відображає середню кількість внесків за одиницю часу [5, с. 69-85], тобто

$$P_i = P(n_t = i) = e^{-\lambda t} \frac{(\lambda t)^i}{i!}, i = 0, 1, \dots \quad (2)$$

Припущення про пуассонівські властивості процесу надходжень накладає обмеження на модель. Для врахування флуктуації розміру портфеля доцільно дослідити зміну кількості надходжень (внесків) упродовж різних часових інтервалів, тобто оцінити тип і параметри функції $\lambda(t)$. Рис. 1 відображає кількість внесків досліджуваної кредитної спілки, одержаних упродовж календарного року, усереднену за 2008-2010 роки.

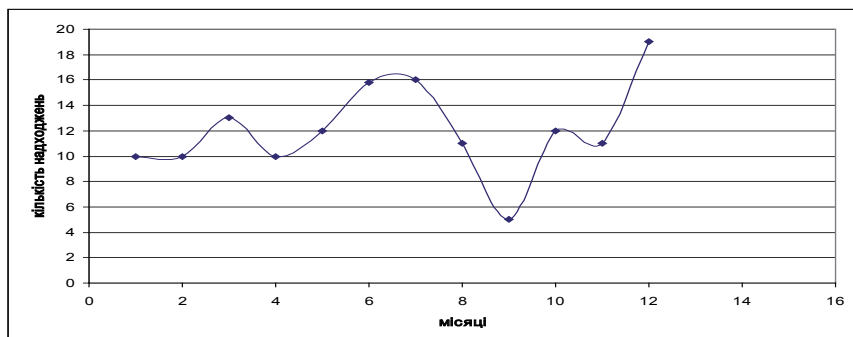


Рис 1. Графік емпіричної функції $\lambda(t)$ для досліджуваної кредитної спілки*

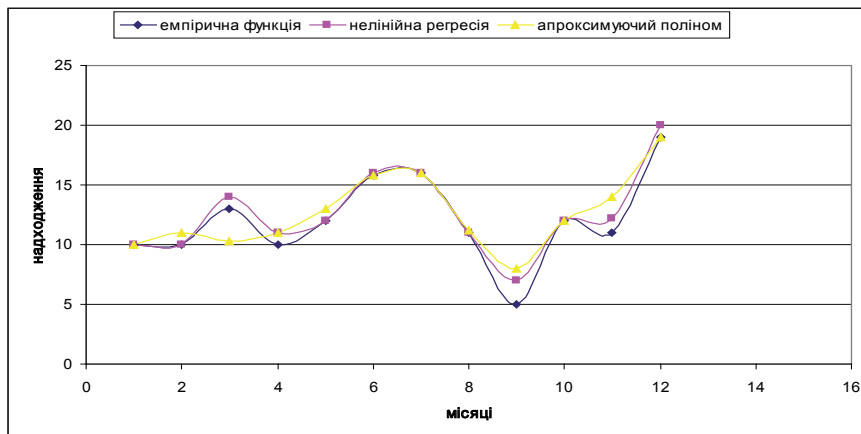
*складено автором

Дослідження флуктуацій розміру портфелів інших кредитних спілок свідчить, що траєкторія кривої на рис. 1 є характерною для більшості спілок України, оскільки відображає основні закономірності процесу сплати платежів. Спостережувані коливання пояснюються як сезонними змінами, так і особливостями фінансового ринку. Сезонні коливання кількості надходжень пов'язані з коливанням рівня ділової активності фізичних та юридичних осіб.

Для врахування виявлених особливостей процесу надходження платежів при моделюванні діяльності кредитних спілок необхідно висунути гіпотезу про характер функціональної залежності $\lambda(t)$ і апроксимувати її деяким математичним виразом шляхом регресійного та кореляційного аналізу. Найкращим наближенням буде таке рівняння регресії, для якого коефіцієнт детермінації (R^2) є найбільшим. На рис. 2 наведений графік апроксимуючого полінома шостого степеня, оцінки параметрів якого знайдені методом найменших квадратів [6, с. 150]. Рівняння поліноміальної регресії і величина достовірності апроксимації (R^2) мають вигляд:

$$y = -0,0014x^6 + 0,0566x^5 - 0,8504x^4 + 6,0641x^3 - 21,143x^2 + 33,78x - 8,1818,$$

$$R^2=0,6826$$



Р

Рис 2. Апроксимація функції інтенсивності $\lambda(t)^*$

* складено автором у результаті моделювання

Отже, поліноміальне рівняння регресії пояснює лише 68,3% всієї варіації інтенсивності $\lambda(t)$. Для збільшення точності апроксимації зробимо альтернативне припущення про характер функціональної залежності. Зважаючи на циклічні коливання емпіричної функції, знайдемо параметри апроксимуючого рівняння у формі гармонійних коливань:

$$\lambda(t) = a_0 + a_1 \cos wt + b_1 \sin wt + a_2 \cos 2wt + b_2 \sin 2wt + \dots + a_n \cos nwt + b_n \sin nwt \quad (3)$$

Період w знаходиться із співвідношення $wT = 2\pi$, зважаючи, що коливання відбуваються щоквартально:

$$w = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{90}$$

Оцінка параметрів рівняння (3) методом найменших квадратів дала результат:

$$\begin{aligned} \lambda(t) = & 7743221.41 + 3637349.01 \cos \frac{2\pi}{90}t + 30737624.87 \sin \frac{2\pi}{90}t + 13738631.08 \cos \frac{4\pi}{90}t + \\ & - 31402543.19 \sin \frac{4\pi}{90}t - 14796307.05 \cos \frac{6\pi}{90}t + 13865842.84 \sin \frac{6\pi}{90}t + \\ & + 6066835.275 \cos \frac{8\pi}{90}t - 2383436.29 \sin \frac{8\pi}{90}t - 903162.0677 \cos \frac{10\pi}{90}t \end{aligned}$$

Коефіцієнт детермінації для даного наближення значно вищий ніж для

поліноміального: $R^2=0,952193$, що графічно підтверджує рис. 2 – емпірична і підібрані криві майже повністю співпадають.

Висновки. Знайдену таким чином функціональну залежність $\lambda(t)$ доцільно використовувати в моделюванні процесу надходження платежів для врахування флуктуації розміру портфеля кредитної спілки впродовж різних часових інтервалів.

Література:

1. Руська Р. В. Статичні моделі ризику для кредитних спілок // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції студентів та аспірантів // Формування стратегії розвитку економіки України як передумова стійкого соціально-економічного зростання (з урахуванням закордонного досвіду). – Чернівці, 2010. – 447-450 с.
2. Негребецька Л. А. Застосування економіко-математичних моделей в кредитних спілках // Тези доповідей II міжнародної науково-практичної конференції "Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці та бізнесі". – Ірпінь, 2001. – 564 с. – С. 288-290.
3. <http://www.dfr.gov.ua>
4. Вітлінський В. В. Моделювання економіки: Навчальний посібник. – К.: КНЕУ, 2003. – 408 с.
5. Лабскер Л. Г. Вероятностное моделирование в финансово-экономической области. – М.: Альпина Паблишер, 2002. – 224 с.
6. Лукьяненко І., Краснікова Л. Економетрика: Підручник. – К.: Товариство "Знання", КОО, 1998. – 494 с.